



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

PCT/EP200 4 / 0 1 4 5 2 0

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

04003164.3

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 04003164.3
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 12.02.04
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

METHANOL CASALE S.A.
Via Giulio Pocobelli 6
6900 Lugano-Besso
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung,
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Pseudo-isothermal chemical reactor for heterogenous chemical reactions

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

B01J/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

See page 1 of the description for the original title

- 1 -

Titolo: Reattore chimico pseudo-isotermo per reazioni chimiche eterogenee.

DESCRIZIONE

Campo di applicazione

- 5 La presente invenzione, nel suo aspetto più generale, si riferisce ad un reattore chimico pseudo-isotermo per reazioni chimiche eterogenee comprendente un mantello sostanzialmente cilindrico chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi fondi, superiore e inferiore, una
- 10 zona di reazione definita in detto mantello per l'accoglimento di un letto catalitico ed almeno un'unità di scambio termico supportata in detta zona di reazione e comprendente una pluralità di scambiatori di calore.

Tecnica nota

- 15 E' noto che per un ottimale completamento di reazioni chimiche esotermiche o endotermiche è necessario sottrarre o rispettivamente fornire calore all'ambiente di reazione, in modo da controllarne la temperatura in un ristretto intorno di un valore teorico prefissato.
- 20 Ed è anche noto che, a tale scopo, sono largamente impiegati scambiatori di calore delle più diverse tipologie, immersi nell'ambiente di reazione (generalmente un letto catalitico) e percorsi internamente da un appropriato fluido operativo di scambio termico.
- 25 In particolare, risultati soddisfacenti sono stati ottenuti grazie all'impiego di scambiatori di calore cosiddetti a piastre, cioè costituiti da una coppia di piastre metalliche, generalmente rettangolari, parallele, tra loro distanziate e perimetralmente unite a definire una camera
- 30 interna destinata ad essere percorsa da un fluido operativo di scambio termico.

- 2 -

Per quanto vantaggiosi sotto diversi punti di vista, tali scambiatori a piastre soffrono di un riconosciuto inconveniente; essi, infatti, non resistono ad alte differenze di pressione fra l'interno e l'esterno degli
5 scambiatori stessi e tendono, quando sono sottoposti a tali condizioni, a deformarsi e a piegarsi. Come conseguenza si verifica frequentemente una variazione anche consistente della sezione di passaggio per il fluido operativo con
10 relativa consistente variazione della quantità di calore scambiata rispetto alle condizioni di progetto; ciò significa che non è più possibile controllare con accuratezza la pseudo-isotermicità della reazione, con conseguente riduzione nella resa della reazione stessa.

Sommario dell'invenzione

- 15 Il problema tecnico, che sta alla base della presente invenzione, è quello di mettere a disposizione un reattore chimico pseudo-isotermo comprendente una unità di scambio termico avente caratteristiche strutturali e funzionali in grado di superare gli inconvenienti citati con riferimento
20 alla tecnica nota, vale a dire una unità di scambio termico i cui scambiatori di calore possono resistere anche ad alte differenze di pressione che dovessero verificarsi, volutamente o no, fra l'interno degli scambiatori e l'ambiente di reazione in cui detta unità è operativa.
- 25 Il suddetto problema tecnico è risolto da un reattore chimico pseudo-isotermo per reazioni chimiche eterogenee del tipo più sopra considerato caratterizzato dal fatto che almeno uno di detti scambiatori di calore è costituito da un serpentino ottenuto da un unico elemento tubolare e
30 presenta un ingombro complessivo sostanzialmente parallelepipedo, appiattito.

Preferibilmente detto scambiatore di calore a serpentino comprende una pluralità di tratti rettilinei tubolari,

- 3 -

paralleli, reciprocamente collegati testa-coda da una corrispondente pluralità di tratti di raccordo curvilinei.

In particolare detti tratti rettilinei tubolari sono di eguale lunghezza ed hanno assi longitudinali complanari

- 5 Ulteriori caratteristiche e i vantaggi del trovato risulteranno maggiormente dalla descrizione dettagliata di un esempio di realizzazione di un reattore chimico secondo il trovato, fatta qui di seguito con riferimento ai disegni allegati, dati solo a titolo indicativo e non limitativo.

10 Breve descrizione delle figure

La figura 1 mostra prospetticamente in parziale sezione, un reattore secondo l'invenzione.

La figura 2 mostra schematicamente una variante di realizzazione del reattore di figura 1.

- 15 La figura 3 mostra schematicamente e scala ingrandita un particolare di figura 1.

La figura 4 rappresenta schematicamente una vista in sezione del particolare di figura 3 lungo la linea IV-IV.

- 20 La figura 5 rappresenta una variante di realizzazione del particolare di figura 3.

La figura 6 rappresenta schematicamente una vista in sezione di una variante di realizzazione del reattore di figura 1.

- 25 La figura 7 rappresenta schematicamente una vista in sezione della variante di realizzazione di figura 6.

Descrizione dettagliata delle figure

- 4 -

Con riferimento alla figura 1, con 1 è globalmente indicato un reattore chimico pseudo-isotermo secondo la presente invenzione.

5 Il reattore 1 comprende un mantello 2, cilindrico, chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi fondi, superiore 3 e inferiore 4, dotati rispettivamente di un bocchello 16, per l'immissione ad esempio di reagenti gassosi, ed un
10 bocchello 17, per lo scarico dei prodotti della reazione. In detto mantello 2 è definita una zona di reazione 5, destinata all'accoglimento di un letto catalitico (non rappresentato) e nella quale è supportato in modo
convenzionale una unità di scambio termico 6, comprendente una pluralità di scambiatori 7 di calore.

15 In accordo con una prima caratteristica della presente invenzione, ciascuno di detti scambiatori di calore 7 è costituito (fig. 3, 4) da un serpentino ottenuto da un
unico elemento tubolare di prefissato diametro e che presenta un ingombro complessivo sostanzialmente
20 parallelepipedo, appiattito. Detto serpentino ha tratti rettilinei 8, tutti paralleli e di uguale lunghezza, reciprocamente collegati testa-coda da tratti di raccordo
curvilinei 9, preferibilmente semicircolari. Vantaggiosamente detti tratti rettilinei 8, sono in
25 reciproca uguale relazione distanziata ed hanno assi longitudinali complanari.

In accordo con un'altra caratteristica della presente invenzione, i detti scambiatori di calore a serpentino 7 sono disposti nella zona di reazione 5, in modo che i
rispettivi tratti rettilinei 8, risultano estesi
30 radialmente nel mantello 2 e, più precisamente, nella citata zona di reazione 5.

A causa della suddetta disposizione degli scambiatori di calore 7, l'unità di scambio termico 6, da essi costituita, assume una conformazione sostanzialmente cilindrica,

- 5 -

coassiale e concentrica alla zona di reazione 5, nella quale essa è posizionata, in detta unità 6 gli scambiatori di calore 7 a serpentino essendo disposti a raggiera.

5 Vantaggiosamente (fig. 2), secondo una variante di realizzazione di detta unità di scambio termico 6, gli scambiatori di calore 7 sono disposti sempre a raggiera, ma in più ordini coassiali e concentrici (tre nell'esempio), uno interno all'altro.

10 Gli scambiatori di calore 7, a serpentino tubolare, sono destinati ad essere attraversati da un appropriato fluido di scambio termico. A tale scopo, in corrispondenza del fondo superiore 3 del reattore 1, detti scambiatori 7 sono in comunicazione di fluido con l'esterno di detto reattore 1 tramite rispettivi raccordi 12 di alimentazione, tutti
15 facenti capo ad un condotto distributore 11, anulare, a sua volta in comunicazione con l'esterno del reattore 1 tramite un condotto di alimentazione 10, che attraversa il detto fondo superiore 3.

20 In corrispondenza del fondo inferiore 4 del reattore 1, gli scambiatori di calore 7 a serpentino sono in comunicazione di fluido con l'esterno del reattore 1 stesso, tramite rispettivi raccordi 15 di scarico, tutti facenti capo ad un condotto collettore 14 anulare (fig. 1) o a rispettivi condotti anulari 14 (fig. 2), a sua/loro volta in
25 comunicazione di fluido, tramite il condotto 14a, con un condotto di scarico 13, esteso attraverso detto fondo inferiore 4.

Grazie alla configurazione sopra descritta si ottiene vantaggiosamente un reattore chimico pseudo-isotermo nel
30 quale gli scambiatori di calore sono in grado di operare in presenza di grandi differenze di pressione fra l'interno e l'esterno dello scambiatore, mantenendo all'interno del reattore lo stesso ingombro degli scambiatori a piastre dell'arte nota.

- 6 -

Un ulteriore vantaggio è dato dal fatto che, a parità di ingombro rispetto agli scambiatori dell'arte nota, gli scambiatori della presente invenzione offrono una maggiore superficie di scambio termico, e quindi consentono un
5 maggiorato scambio di calore fra fluido operativo e zona di reazione.

Secondo una ulteriore variante di realizzazione della presente invenzione, rappresentata in figura 5, in ogni
10 scambiatore di calore 7, è previsto un condotto 18 per una alimentazione aggiuntiva di fluido operativo in almeno una prefissata posizione intermedia dello sviluppo del rispettivo serpentino tubolare. Detto condotto 18 è associato allo scambiatore di calore 7, preferibilmente in corrispondenza di un tratto curvo 9.

15 Grazie a questa forma di realizzazione è possibile controllare con maggior precisione la temperatura all'interno degli scambiatori di calore 7, permettendo di conseguenza un migliorato controllo del calore scambiato con la zona di reazione 5 e quindi della pseudo-
20 isothermicità della reazione, ottenendo una migliorata resa.

Secondo una forma di realizzazione alternativa gli scambiatori 7 a serpentino della presente invenzione possono essere disposti nella zona di reazione 5, con i
25 rispettivi tratti rettilinei 8 estesi parallelamente ad un diametro del mantello 2 e non radialmente come più sopra descritto e rappresentato (figure 6 e 7).

In tali figure, i particolari del reattore chimico 1 strutturalmente e funzionalmente equivalenti a quelli
30 illustrati nella figure precedenti verranno indicati con gli stessi numeri di riferimento e non saranno più oltre descritti.

- 7 -

Secondo questa forma di realizzazione (fig. 6), gli scambiatori di calore 7 sono disposti su immaginari piani paralleli equidistanziati.

5 Inoltre (fig. 7), i tratti di raccordo curvilinei 9 sono tangenti a immaginarie superfici cilindriche 22, 23, 24, 25, 26, 27 aventi raggio uguale al raggio interno del mantello 2 e centri disposti tutti su uno stesso diametro D1 del mantello 2.

10 Grazie a questa forma alternativa di realizzazione è possibile controllare efficacemente la pseudo-isotermicità di una reazione chimica con elevata differenza di pressione fra l'interno e l'esterno degli scambiatori, utilizzando scambiatori di calore 7 a serpentino tutti di uguali dimensioni.

15 Il trovato così concepito è suscettibile di ulteriori varianti e modifiche tutte rientranti nell'ambito di protezione del trovato stesso.

20 Secondo una forma di realizzazione alternativa non rappresentata della presente invenzione, detti tratti rettilinei 8, degli scambiatori di calore a serpentino 7, sono orientati parallelamente alla direzione dell'asse longitudinale Z-Z del mantello 2.

25 Questa configurazione è generalmente impiegata quando il reattore 1 è progettato per essere attraversato radialmente dai reagenti; grazie a questa forma di realizzazione, infatti, è possibile garantire, per l'impiego suddetto, la pseudo-isotermicità della reazione lungo la direzione di attraversamento del reattore da parte dei reagenti.

30 Secondo una variante di realizzazione dell'invenzione, non rappresentata, il condotto distributore 11 e il condotto collettore 14 sono disposti su circonferenze concentriche;

- 8 -

in questo modo gli scambiatori di calore 7, essendo in comunicazione con detti condotti 11 e 14 tramite i raccordi 12 di alimentazione e 15 di scarico, si estendono liberamente e senza vincoli in direzione opposta rispetto a
5 detti condotti 11 e 14.

Ciò consente vantaggiosamente di evitare di sottoporre a stress meccanico i condotti 11 e 14 quando detto scambiatore 7 subisce una dilatazione causata da elevate temperature.

- 9 -

RIVENDICAZIONI

1. Reattore chimico pseudo-isotermo (1) per reazioni chimiche eterogenee comprendente un mantello (2) sostanzialmente cilindrico avente asse (Z-Z), una zona di
5 reazione (5) definita in detto mantello (2) ed almeno un'unità di scambio termico (6), supportata in detta zona di reazione (5) e comprendente una pluralità di scambiatori di calore (7), caratterizzato dal fatto che almeno uno di detti scambiatori di calore (7) è costituito da un
10 serpentino ottenuto da un unico elemento tubolare e presenta un ingombro complessivo sostanzialmente parallelepipedo, appiattito.
2. Reattore chimico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto scambiatore di calore
15 (7) comprende una pluralità di tratti rettilinei (8), tubolari, paralleli, reciprocamente collegati testa-coda da una corrispondente pluralità di tratti di raccordo curvilinei (9).
3. Reattore chimico secondo la rivendicazione 2,
20 caratterizzato dal fatto che detti tratti rettilinei tubolari (8) sono di eguale lunghezza ed hanno assi longitudinali complanari
4. Reattore chimico secondo la rivendicazione 3,
25 caratterizzato dal fatto che detti tratti curvilinei (9) sono semicircolari.
5. Reattore chimico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti tratti rettilinei (8) di detti scambiatori a serpentino (7), sono estesi radialmente in detta zona di reazione (5).
- 30 6. Reattore chimico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti tratti rettilinei (8) di detti scambiatori a serpentino (7), sono estesi in detta

- 10 -

zona di reazione (5) sostanzialmente paralleli all'asse (Z-Z) del mantello 2.

7. Reattore chimico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta unità di scambio termico comprendente una pluralità di detti scambiatori di calore (7) a serpentino ha una conformazione sostanzialmente cilindrica, coassiale e concentrica a detta zona di reazione (5), nella quale essa è supportata, in detta unità di scambio termico (6) gli scambiatori di calore a serpentino (7) essendo disposti a raggiera.

8. Reattore chimico secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che in detta unità di scambio termico (6), gli scambiatori di calore (7) a serpentino sono disposti a raggiera in più ordini coassiali e concentrici.

9. Reattore chimico secondo una qualunque delle precedenti rivendicazioni, caratterizzato dal fatto che, almeno uno di detti scambiatori di calore (7) a serpentino comprende un condotto aggiuntivo (18) di alimentazione di fluido operativo di scambio termico, associato allo scambiatore stesso in una prefissata posizione intermedia del rispettivo serpentino.

10. Reattore chimico secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detti tratti rettilinei (8) di detti scambiatori a serpentino (7), si estendono parallelamente ad un diametro del mantello 2.

11. Reattore chimico secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detti scambiatori a serpentino (7) sono disposti su immaginari piani paralleli equidistanziati.

12. Reattore chimico secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che detti tratti di raccordo curvilinei (9) sono tangenti a immaginarie superfici

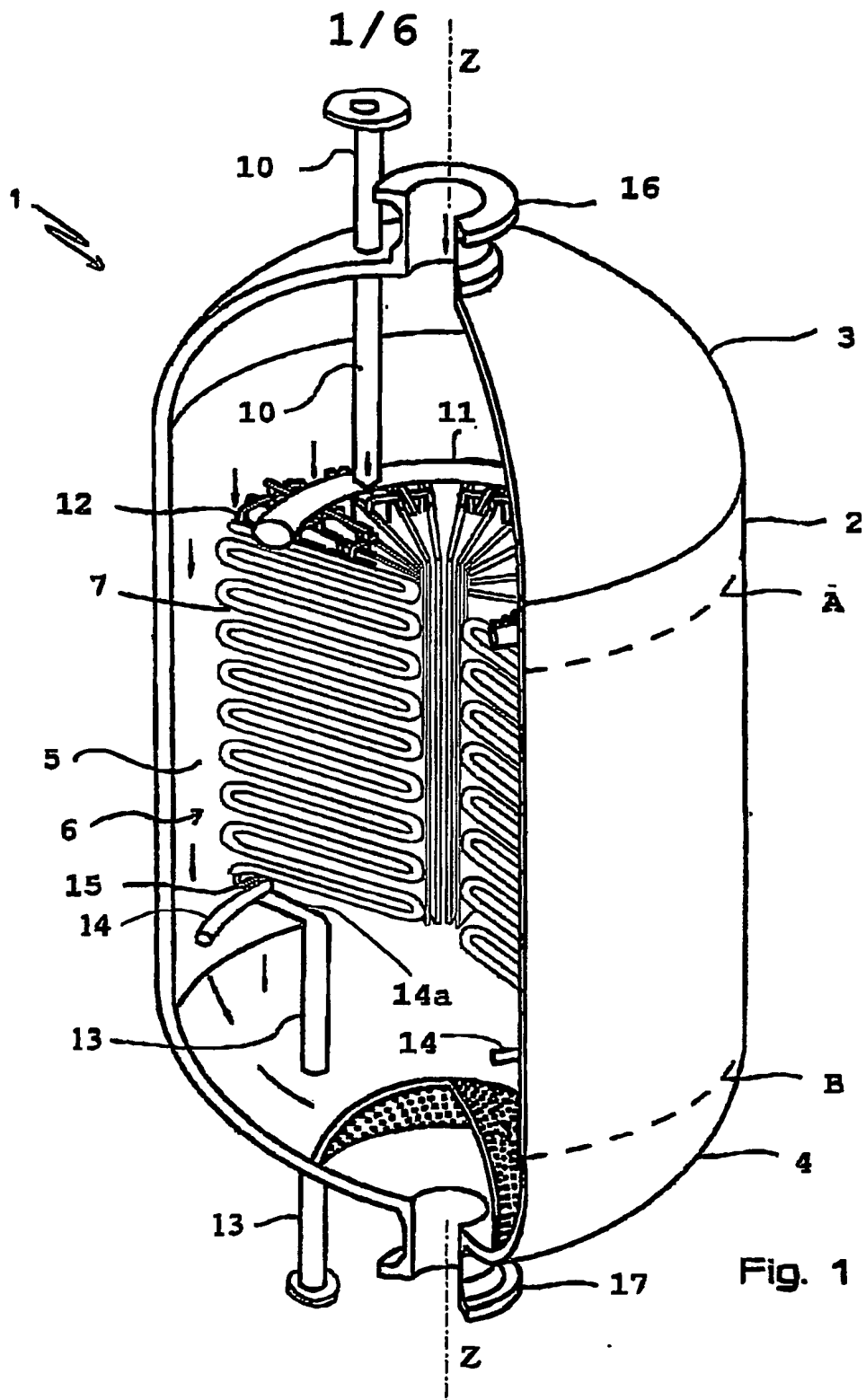
- 11 -

cilindriche (22, 23, 24, 25, 26, 27) aventi raggio uguale al raggio interno del mantello (2) e centri disposti tutti su uno stesso diametro (D1) del mantello (2).

- 12 -

RIASSUNTO

Reattore chimico pseudo-isotermo per reazioni chimiche eterogenee comprendente un mantello sostanzialmente cilindrico chiuso alle contrapposte estremità da rispettivi
5 fondi, superiore e inferiore, una zona di reazione contenente almeno un letto catalitico ed almeno uno scambiatore di calore tubolare, destinato ad essere attraversato, lungo una prefissata direzione, da un fluido
operativo di scambio termico e immerso in detto letto
10 catalitico.



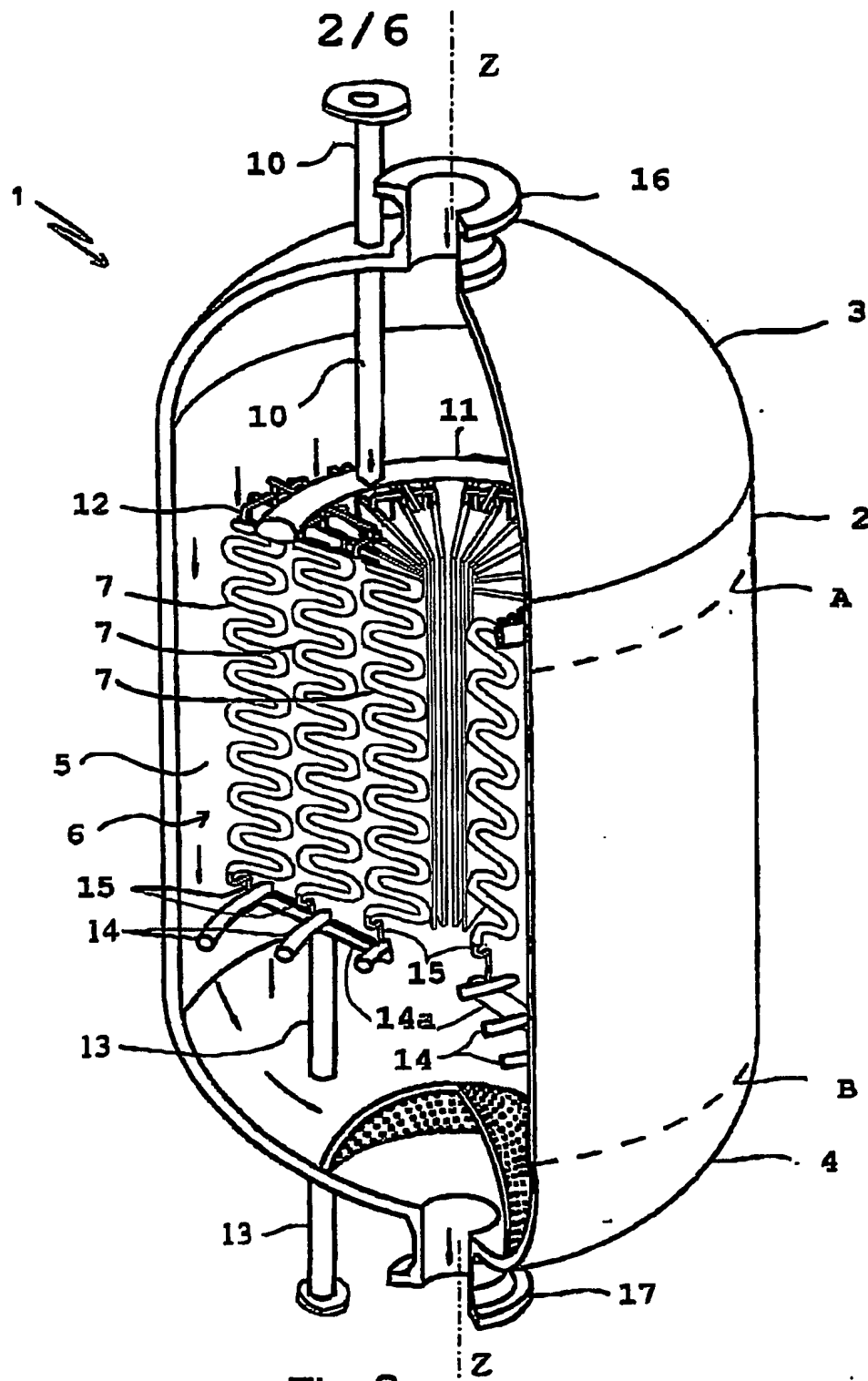


Fig. 2

3/6

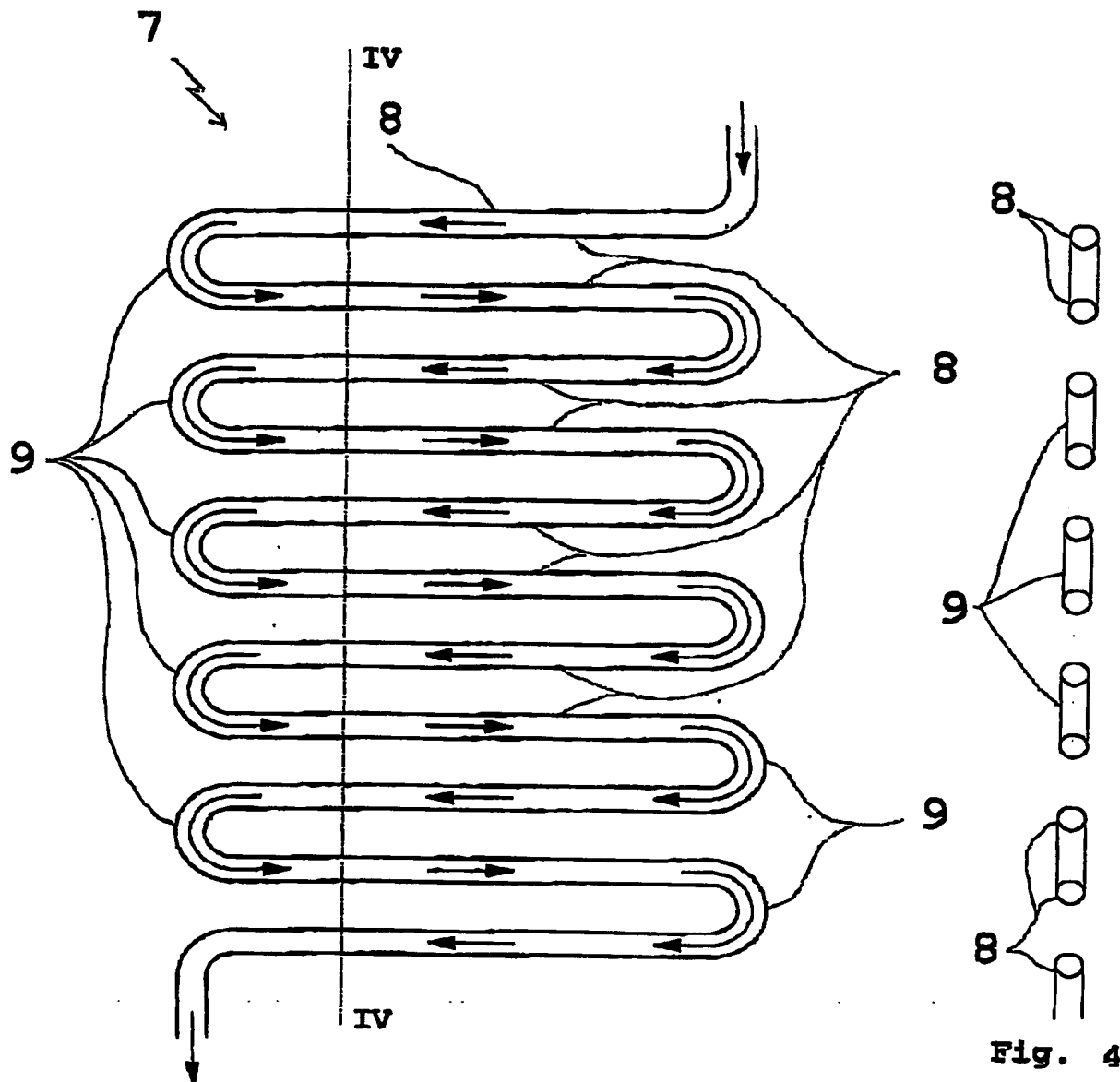


Fig. 3

Fig. 4

4/6

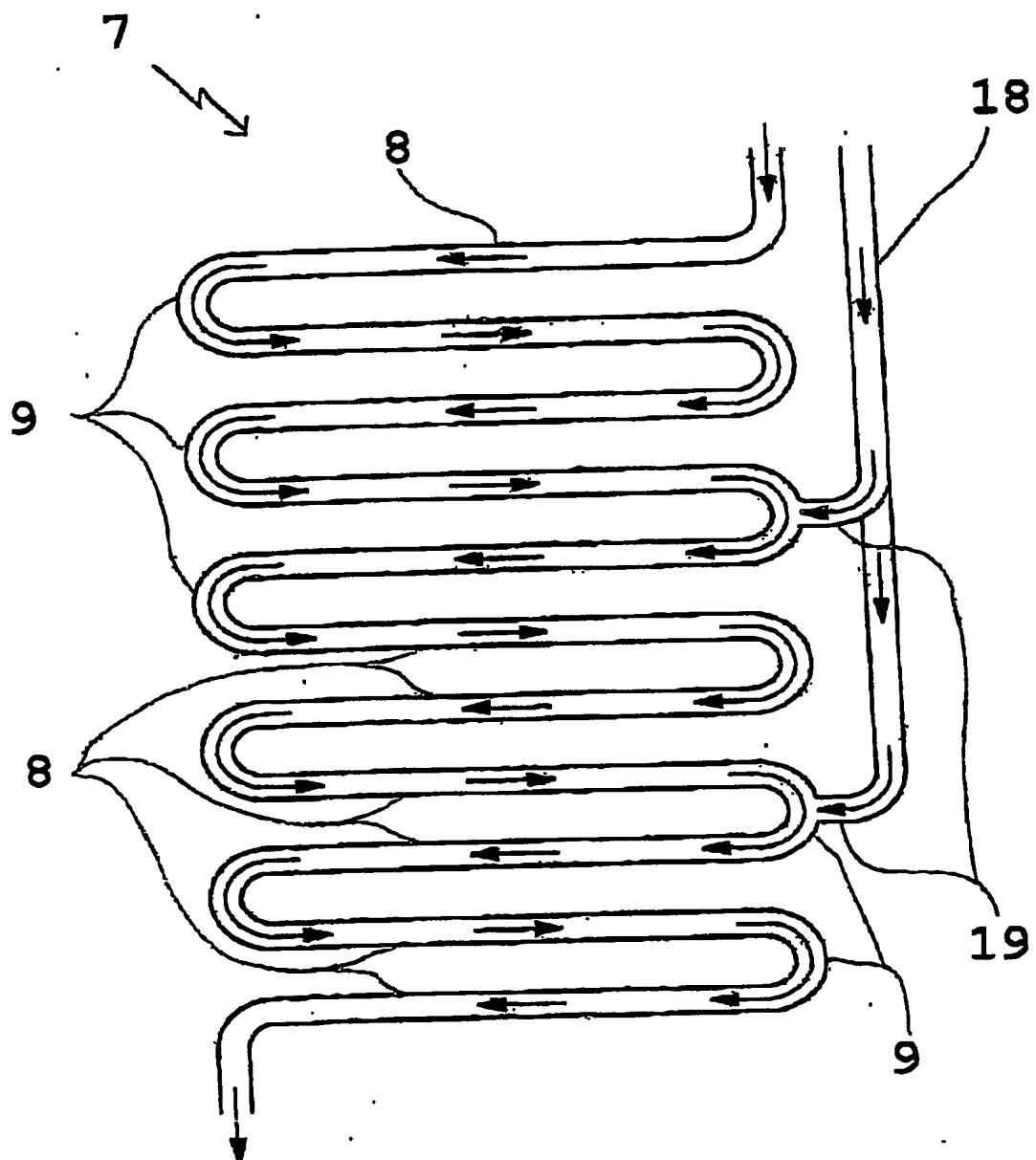


Fig. 5

5/6

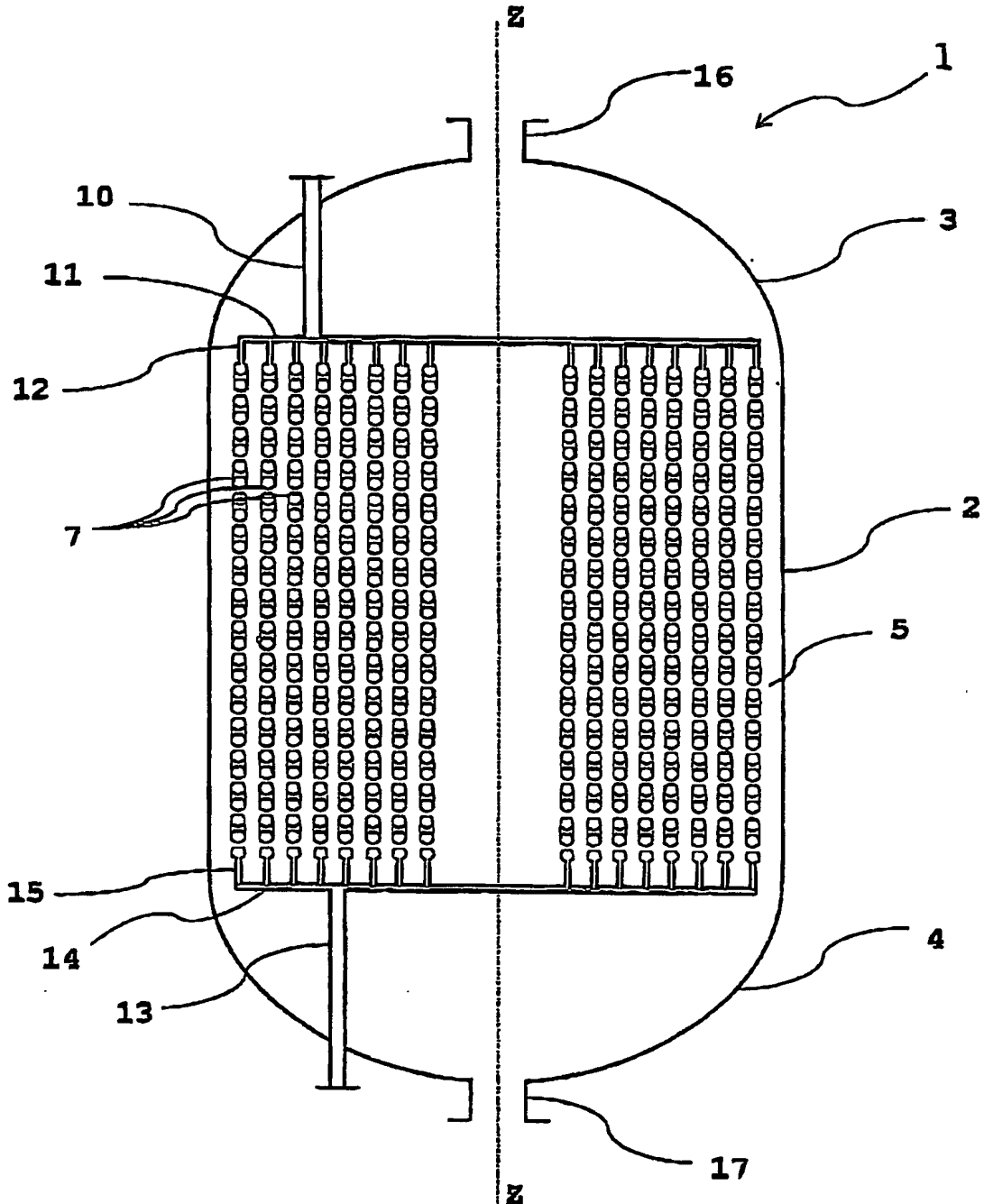


Fig. 6

6/6

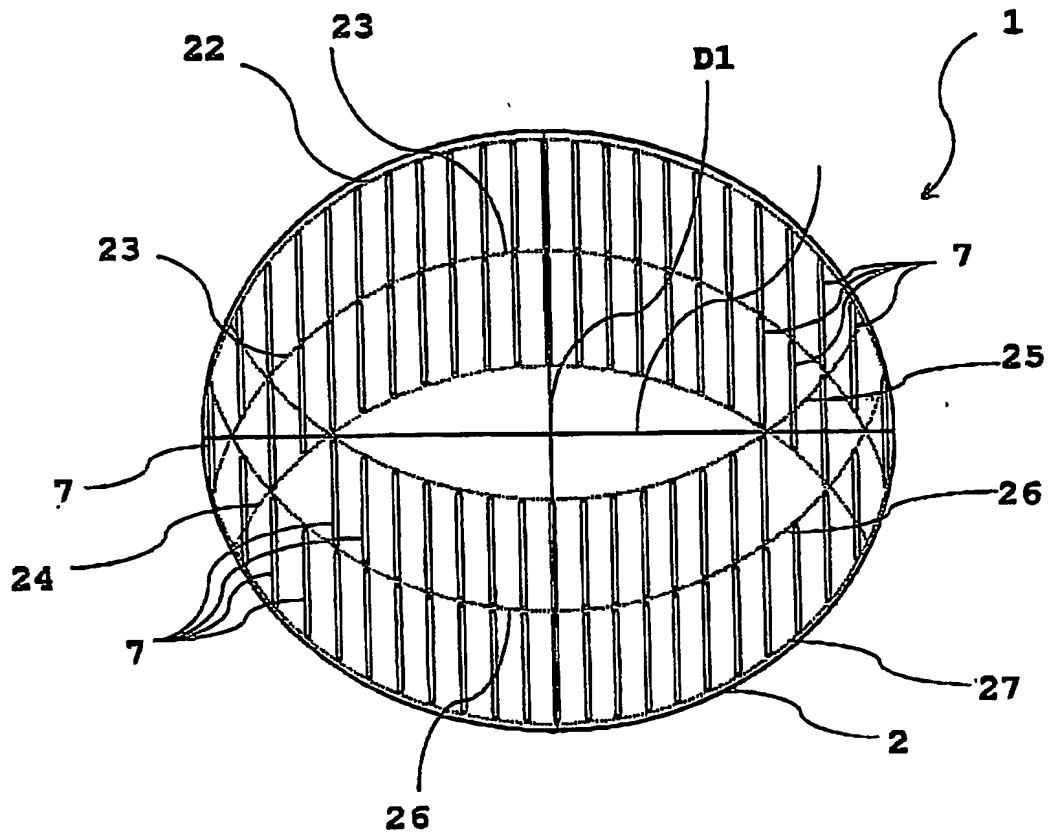


Fig. 7

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/014520

International filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP
Number: 04003164.3
Filing date: 12 February 2004 (12.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 18 February 2005 (18.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse